



REC'D 26 MAR 2003

WPO

PCT

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung**

Aktenzeichen: 102 02 664.5
Anmeldetag: 23. Januar 2002
Anmelder/Inhaber: Marconi Communications GmbH,
Backnang/DE
Bezeichnung: Hohlleiter-Richtkoppler
IPC: H 01 P 5/18

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 27. Februar 2003
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Waasmaier

**PRIORITY
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

Hohlleiter-Richtkoppler

- 10 Die vorliegende Erfindung betrifft einen Hohlleiter-Richtkoppler mit zwei Hohlleiterabschnitten, die durch eine Mehrzahl von Koppelöffnungen in einer sich zwischen den Hohlleiterabschnitten erstreckenden Wand miteinander verbunden sind.
- 15 Derartige Richtkoppler sind allgemein bekannt. Richtkoppler dieses Typs mit zwei Koppelöffnungen sind zum Beispiel in Meinke-Gundlach, Taschenbuch der Hochfrequenztechnik, 5. Auflage, Springer 1992, Kapitel L7.4 beschrieben. Derartige Richtkoppler
- 20 erzielen eine gute Richtwirkung für Wellenlängen λ_g , die im Bereich des Vierfachen des Abstandes der Koppelöffnungen liegen. Die Richtwirkung basiert auf der Tatsache, dass die an den zwei Öffnungen vom Durchgangs-Hohlleiterabschnitt in den Koppel-
- 25 Hohlleiterabschnitt übergetretenen Felder, die sich im Koppelhohlleiter jeweils gleichsinnig und gegensinnig zur Ausbreitungsrichtung im Durchgangs-Hohlleiterabschnitt ausbreiten, gleichsinnig zur Ausbreitungsrichtung im Durchgangs-Hohlleiter-
- 30 abschnitt konstruktiv interferieren, gegensinnig

jedoch eine Phasenverschiebung von $\lambda/2$ aufweisen und sich damit gegenseitig auslöschen.

Hohlleiter-Richtkoppler mit einer Vielzahl von Koppelöffnungen sind z.B. in R. Levy "Analysis and Synthesis of Waveguide Multi-Aperture Directional Couplers", IEEE Trans. on Microwave Theory and Tech., Band MTT16, Nr. 12, Dezember 1968, und in H. Schmiedel et al. "Field-Theory Design of Rectangular Waveguide Multiple-Slot Narrow-Wall Couplers", IEEE Trans. on Microwave Theory and Tech., Band MTT-34, Nr. 7, Juli 1986 behandelt.

Die Abmessungen dieser Koppelöffnungen und der sie trennenden Wandabschnitte sind selbstverständlich proportional zu den HF-Wellenlängen, bei denen sie eingesetzt werden sollen. Anwendungen im Millimeterwellenbereich erfordern Abmessungen der Koppelöffnungen und der Wandabschnitte, die mit herkömmlichen Fertigungstechniken wie Ätzen und Fräsen nur schwierig zu produzieren sind. Insbesondere wenn starke Kopplungen benötigt werden, ist eine große Zahl von Koppelöffnungen erforderlich, denn die Querschnittsfläche einer einzelnen Koppelöffnung ist selbstverständlich durch die Notwendigkeit begrenzt, dass ein Wandabschnitt, der sie von der benachbarten Koppelöffnung trennt, eine ausreichende Stärke haben muss, um die bei der Fertigung auftretenden Belastungen zu ertragen.

Es liegt auf der Hand, dass der Aufwand für die Fertigung eines solchen Richtkopplers um so größer ist, je größer die Zahl der zu fertigenden Koppel-

öffnungen ist. Der Aufwand für die Fertigung des Richtkopplers nimmt aber nicht nur linear mit der Zahl der benötigten Koppelöffnungen, bzw., was mehr oder weniger gleichbedeutend ist, mit der Länge des Koppelabschnitts zu, sondern exponentiell. Der Grund hierfür ist die nichtverschwindende Wahrscheinlichkeit, dass im Laufe der Bearbeitung ein Wandabschnitt beschädigt wird und dadurch der gesamte Richtkoppler unbrauchbar wird. Je größer die Zahl der vorhandenen Wandabschnitte ist, um so geringer ist die Wahrscheinlichkeit, dass sie alle die Bearbeitung unbeschädigt überstehen.

Es besteht daher Bedarf nach einem Richtkoppler, insbesondere für hohe Frequenzen von Wellen im Millimeterbereich, der auch mit herkömmlichen Verfahren einfach und mit guter Ausbeute gefertigt werden kann.

Die Aufgabe wird gelöst durch einen Hohlleiter-Richtkoppler mit den Merkmalen des Anspruchs 1.

Indem der Abstand benachbarter Koppelöffnungen im Vergleich zu herkömmlichen Richtkopplern auf ein ungeradzahliges Vielfaches von $\lambda_g/4$ erhöht wird, wird zwischen den vom Durchgangsleiterabschnitt in den Koppelleiterabschnitt durchgreifenden Feldern das gleiche Phasenverhältnis und damit die gleiche Richtwirkung erzielt wie beim herkömmlichen $\lambda/4$ -Richtkoppler. Da aber die zwischen zwei benachbarten Koppelöffnungen liegenden Wandabschnitte eine größere Querschnittsfläche aufweisen können, sind

sie stabiler als herkömmliche und weniger empfindlich gegen Beschädigungen.

Um die Länge des Richtkopplers gering zu halten, wird als Abstand der Koppelöffnungen vorzugsweise
5 $3\lambda_g/4$ gewählt.

Die Wand, in der die Koppelöffnungen gebildet sind, kann sowohl eine schmale als auch eine breite Seitenwand der koppelnden rechteckigen Hohlleiterabschnitte sein.

10 Wenn die Kopplung über breite Seitenwände der Hohlleiterabschnitte stattfindet, so hat dies den Vorteil, dass der gesamte Hohlleiter-Richtkoppler aus zwei spiegelsymmetrischen Halbschalen gefertigt
15 werden kann, von denen jede die Hälfte des freien Querschnitts des Durchgangs- sowie des Koppel-Hohlleiterabschnitts aufnimmt. Die Grenzfläche, an der die zwei Halbschalen aneinander stoßen, entsprechen hier jeweils einer Knotenlinie der von einer H_{10} -
20 -Welle in den Wänden der Hohlleiterabschnitte induzierten Querströme, so dass eventuell vorhandene elektrische Übergangswiderstände zwischen den zwei Hälften die induzierten Ströme nicht beeinträchtigen.

25 Eine Kopplung der Hohlleiterabschnitte über ihre schmalen Seitenwände hat demgegenüber den Vorteil, dass der für einen Hohlleiterabschnitt zu fräsende, zu ätzende oder auf andere geeignete Weise zu erzeugende Kanal eine im Vergleich zu seiner Breite relativ geringe Tiefe aufweist und daher in ver-

gleichsweise kurzer Zeit erzeugt werden kann.
Gleichzeitig ist auch die Höhe der Wandabschnitte
zwischen zwei Koppelöffnungen vergleichsweise ge-
ring, was deren mechanische Stabilität und damit
5 die Fertigungsausbeute verbessert.

Die Erfindung erlaubt es aber auch, im Vergleich zu
einem herkömmlichen Richtkoppler die Ausdehnung der
Koppelöffnungen in Längsrichtung der Hohlleiterab-
schnitte zu vergrößern, vorzugsweise auf wenigstens
10 $\lambda/8$ und noch besser sogar auf einen mit einem her-
kömmlichen $\lambda/4$ -Richtkoppler nicht realisierbaren
Wert von ca. $\lambda/4$. Diese Vergrößerung der Koppelöff-
nungen erlaubt es, für eine gegebene Kopplungsstär-
ke die Anzahl der erforderlichen Koppelöffnungen zu
15 reduzieren, was wiederum die Kosten der Herstellung
verringert. Da eine starke Kopplung leicht erreich-
bar ist, kann man im Vergleich zu herkömmlichen
Richtkopplern relativ große Stärke der zwischen den
koppelnden Hohlleiterabschnitten liegenden Wand
20 wählen, was wiederum die Fertigung erleichtert.

Um eine möglichst breitbandige Kopplung zu erzie-
len, hat es sich als zweckmäßig erwiesen, dass die
Koppelöffnungen eine von der Mitte zu den Enden des
Richtkopplers hin abnehmende Länge aufweisen.

25 Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben
sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführ-
ungsbeispielen mit Bezug auf die beigefügten Figu-
ren. Es zeigen:

Figur 1 eine schematische Darstellung eines Richtkopplers gemäß einer ersten Ausgestaltung der Erfindung, bei der die Koppelöffnungen an einer Schmalseite zweier koppelnder Hohlleiterabschnitte
5 ausgebildet sind; und

Figur 2 eine auseinandergezogene, teilaufgeschnittene Darstellung der zwei Schalenhälften eines Richtkopplers nach einer zweiten Ausgestaltung der Erfindung, bei dem die Koppelöffnungen an einer
10 breiten Seitenwand der Hohlleiterabschnitte ausgebildet sind.

Figur 1 zeigt in einer perspektivischen Ansicht zwei Rechteck-Hohlleiter, hier als Durchgangshohlleiter 1 und Koppelhohlleiter 2 bezeichnet. Ein
15 physikalischer Unterschied zwischen den zwei Hohlleitern ist mit den unterschiedlichen Bezeichnungen nicht verbunden, der eine ist das exakte Spiegelbild des anderen bezogen auf eine zwischen beiden verlaufende, durch Strichpunktlinien y, z definierte Ebene.
20

Zwischen zwei parallelen Abschnitten 3, 4 der zwei Hohlleiter 1, 2 erstreckt sich eine Wand 5, die eine schmale Seitenwand der zwei Abschnitte 3, 4 bildet. Die Wand 5 ist im hier gezeigten Beispiel an
25 drei Stellen durch Koppelöffnungen 6, 7 unterbrochen. Die Mittelpunkte zweier benachbarter Koppelöffnungen 6, 7 haben voneinander einen Abstand von $3\lambda_g/4$, wobei die Wellenlänge λ_g der Mittenfrequenz des Arbeitsfrequenzbereichs des Richtkopplers entspricht. Die Breite der zentralen Koppelöffnung 6
30

beträgt ca. $\lambda_g/4$, die der zwei außenliegenden Koppelöffnungen 7 jeweils ca. $\lambda_g/8$. Daraus ergibt sich eine Breite der von den Koppelöffnungen 6, 7 begrenzten Abschnitte 5a der Wand 5 von $9/16 \lambda_g$.

- 5 Die Breite der Öffnungen 6, 7 darf auch größer als $\lambda_g/4$ sein.

Figur 2 zeigt eine auseinandergezogene Ansicht eines Richtkopplers nach einer zweiten Ausgestaltung, bei der die Wand 5' mit den darin gebildeten Koppelöffnungen 6' jeweils eine breite Seitenwand der zwei koppelnden Hohlleiterabschnitte 3', 4' darstellt. Der Abstand der Koppelöffnungen 6', 7' in der Wand 5' voneinander sowie ihre Breiten in Ausbreitungsrichtung sind die gleichen wie mit Bezug auf Figur 1 beschrieben. Die Wände des Richtkopplers sind von zwei identischen metallischen oder oberflächlich metallisierten Halbschalen 8, 9 gebildet, von denen die obere 9 zur Hälfte weggebrochen dargestellt ist, um den Blick ins Innere der unteren Halbschale 8 freizugeben.

Die zwei Halbschalen 8, 9 berühren einander beim fertig montierten Richtkoppler entlang schraffiert dargestellter Kanten 10. Wenn die Querschnitte der Hohlleiter 1, 2 so dimensioniert sind, dass mit der Wellenlänge λ_g nur die H_{10} -Welle ausbreitungsfähig ist, fließt quer zu den Kanten 10 kein Strom, so dass die Qualität der galvanischen Verbindung zwischen den zwei Halbschalen 8, 9 für die Dämpfung des Richtkopplers ohne Bedeutung ist.

G 81632

5 Patentansprüche

1. Hohlleiter-Richtkoppler mit zwei Hohlleiterabschnitten (3, 4; 3', 4'), die durch eine Mehrzahl von Koppelöffnungen (6, 7; 6', 7') in einer sich zwischen den Hohlleiterabschnitten (3, 4; 3', 4') erstreckenden Wand (5; 5') miteinander verbunden sind, dadurch gekennzeichnet, dass zwei benachbarte Koppelöffnungen (6, 7; 6', 7') einen Abstand von $(2n+1)\lambda_g/4$ voneinander aufweisen, wobei λ_g eine Wellenlänge im Arbeitswellenlängenbereich des Richtkopplers und n eine natürliche Zahl ist.
2. Richtkoppler nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass n=1 ist.
3. Richtkoppler nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Hohlleiterabschnitte (3, 4) jeweils rechteckigen Querschnitt haben, und dass die Wand (5) eine schmale Seitenwand der Hohlleiterabschnitte bildet.
4. Richtkoppler nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Hohlleiterabschnitte (3', 4') jeweils rechteckigen Querschnitt haben, und dass die Wand (5') eine breite Sei-

tenwand der Hohlleiterabschnitte (3', 4') bildet.

5. Richtkoppler nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens eine der Koppelöffnungen (6, 6') eine Ausdehnung in Längsrichtung der Hohlleiterabschnitte (3, 4; 3', 4') von $\lambda_g/8$, vorzugsweise ca. $\lambda_g/4$, aufweist.
5
6. Richtkoppler nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass jede Koppelöffnung (6, 7; 6', 7') eine Ausdehnung in Längsrichtung der Hohlleiterabschnitte (3, 4; 3', 4') von wenigstens $\lambda_g/8$ aufweist.
10
7. Richtkoppler nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Koppelöffnungen (6, 7; 6', 7') eine von der Mitte zu den Enden des Richtkopplers hin abnehmende Länge aufweisen.
15
8. Richtkoppler nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zwei benachbarte Koppelöffnungen (6, 7; 6', 7') jeweils durch einen Wandabschnitt mit einer Länge von mehr als $\lambda_g/4$, vorzugsweise ca. $\lambda_g/2$, getrennt sind.
20

Zusammenfassung

- 5 Ein Hohlleiter-Richtkoppler umfasst zwei Hohlleiterabschnitte (3, 4), die durch eine Mehrzahl von Koppelöffnungen (6, 7) in einer sich zwischen den Hohlleiterabschnitten (3, 4) erstreckenden Wand (5) miteinander verbunden sind. Zwei benachbarte Koppelöffnungen (6, 7) weisen einen Abstand von $3\lambda_g/4$ voneinander auf, wobei λ_g eine Wellenlänge im Arbeitswellenlängenbereich des Richtkopplers ist.
- 10

(Figur 1)

15

Fig. 1

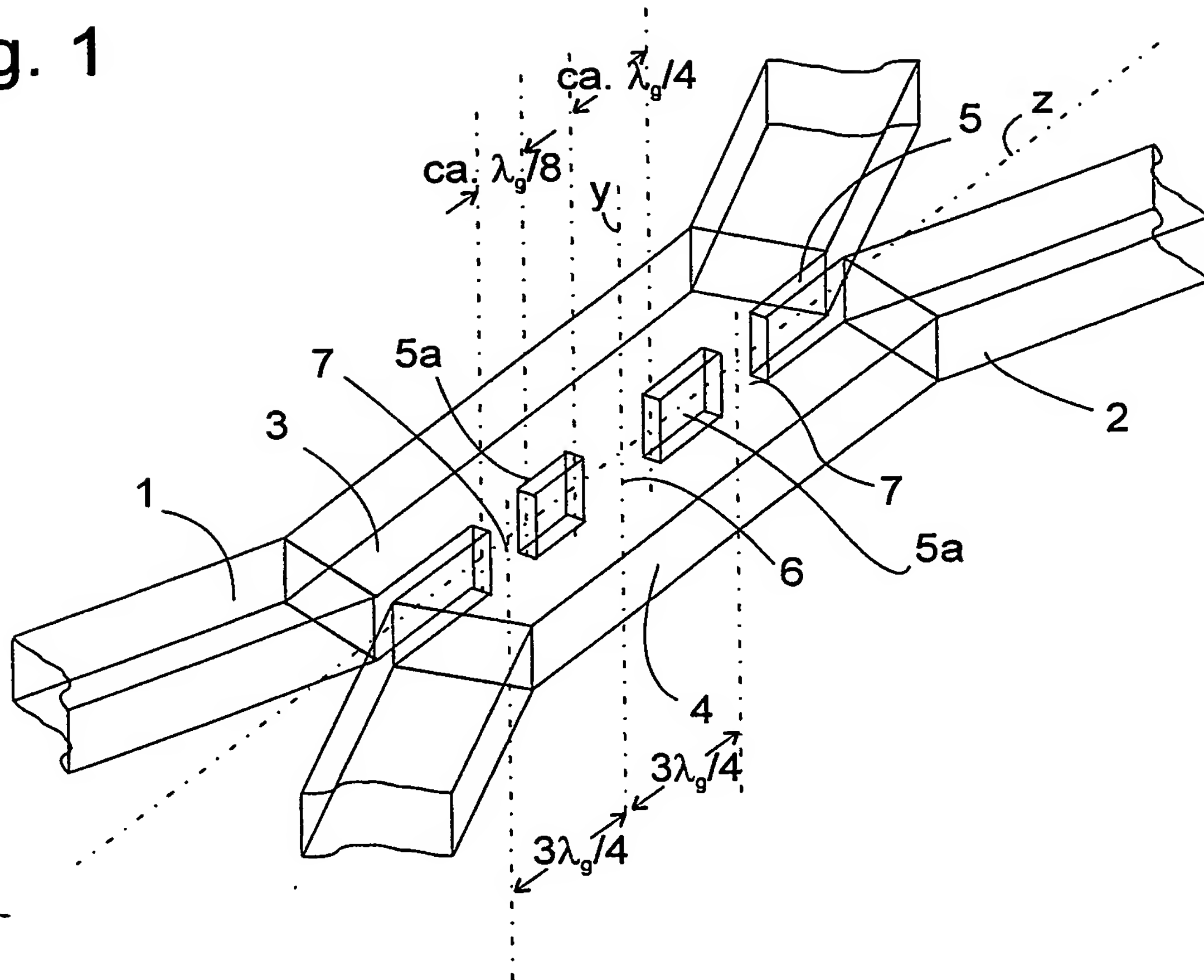


Fig. 2

Fig. 2 is a perspective view of a second embodiment of the device. It shows a similar assembly to Fig. 1, with a base 1' and a top plate 9. The base 1' has a series of rectangular protrusions 3' and 4' along its length. A flexible strip 2' is positioned over the base, with a wavy line 8 indicating a fold or joint. The strip 2' has a textured surface 7' and a series of rectangular protrusions 6' along its length. A label 10 points to the base 1'.

